

12 EUROPEAN PATENT APPLICATION

21 Application number: 88301957.2

51 Int. Cl.⁴: G 01 N 9/00
G 01 N 11/16

22 Date of filing: 07.03.88

30 Priority: 11.03.87 GB 8705757

43 Date of publication of application:
14.09.88 Bulletin 88/37

84 Designated Contracting States:
AT BE CH DE FR IT LI NL SE

80 Date of deferred publication of search report:
22.02.89 Bulletin 89/08

71 Applicant: SCHLUMBERGER INDUSTRIES LIMITED
124 Victoria Road
Farnborough Hampshire, GU14 7PW (GB)

72 Inventor: Rudkin, Mark Jonathan
10 Delph Road
Wimborne Dorset (GB)

Atkinson, David Ian Heaton
6 Dollis Drive
Farnham Surrey (GB)

74 Representative: Stooles, Brian David et al
Schlumberger Electronics (U.K.) Limited 124 Victoria
Road
Farnborough Hampshire GU14 7PW (GB)

54 Fluid transducer.

57 A transducer for measuring a parameter of a fluid, such as density or viscosity, comprises two generally parallel tines extending from a common yoke, forming a tuning fork adapted to be immersed in the fluid. The tines are excited to vibrate resonantly and in anti-phase by one or more piezo-electric exciting elements, which are housed in one or more cavities within the tines or the yoke. The vibrations are sensed by one or more similarly-housed piezo-electric sensing elements. The tines are shaped to enhance their sensitivity to the parameter to be measured: for example they are provided with re-entrant surfaces to enhance density sensitivity, or elongated in the direction in which they vibrate to enhance viscosity sensitivity.

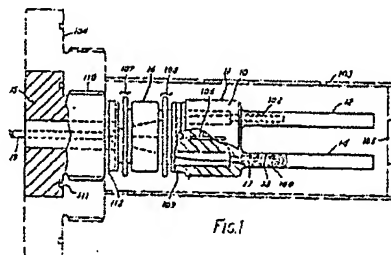


Fig. 1

EP 0 282 251 A3



European Patent
Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

EP 88 30 1957

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl. 4)
X	THE MARCONI REVIEW, vol. XLIII, no. 218, 1980, pages 156-175, Rugby, GB; R.M. LANGDON: "Vibratory process control transducers" * Pages 168-172; figures 9,10 * ---	1-4,6,9 -11,14, 17,19	G 01 N 9/00 G 01 N 11/16
X	GB-A-2 131 952 (ITT INDUSTRIES, INC.) * Whole document * ---	1-4,7-9 ,14,17, 19	
A	IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, vol. IM-32, no. 3, September 1983, pages 434-437, IEEE, New York, US; E. STEMME et al.: "Measuring liquid density with a tuning-fork transducer" * Whole article * ---	1-4,9- 11,14, 17,19	
A	I.S.A. TRANSACTIONS, vol. 20, no. 3, 1981, pages 67-75, Research Triangle Park, NC, US; B.W. BALLS: "A new on-line density meter for viscous liquids and slurries" * Whole article * -----	1,14,15	
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl. 4)
			G 01 N 9/00 G 01 L 9/00
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search 29-11-1988	Examiner SARNEEL A.P.T.
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons & : member of the same patent family, corresponding document			

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: 83106994.3

⑤① Int. Cl.³: G 01 N 9/00

⑳ Anmeldetag: 16.07.83

③① Priorität: 04.08.82 DE 3229050

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.03.84 Patentblatt 84/11

④④ Benannte Vertragsstaaten:
AT CH FR GB LI NL

⑦① Anmelder: BOPP & REUTHER GMBH
Carl-Reuther-Strasse 1
D-6800 Mannheim 31(DE)

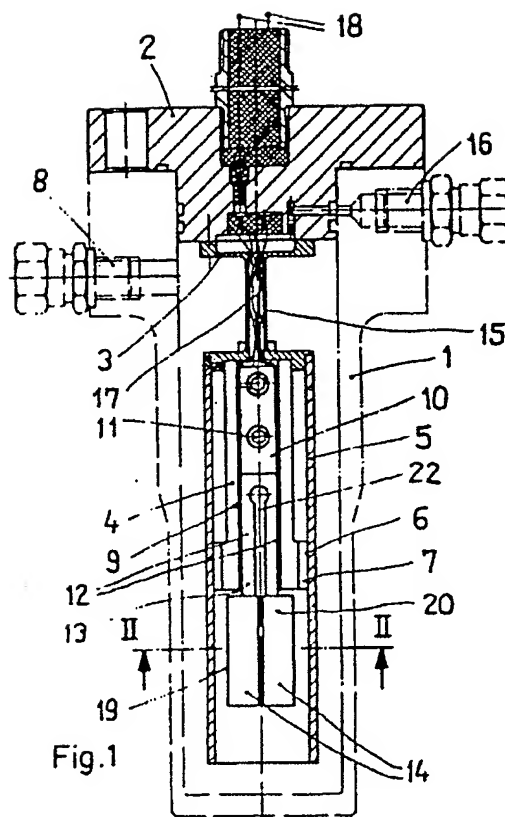
⑦② Erfinder: Böhm, Jürgen, Dr.-Ing.
Krauthelmerstrasse 11
D-6800 Mannheim-Wallstadt(DE)

⑤④ Dichtemesser für Gase.

⑤⑦ Der Dichtemesser für Gase ist mit einer dem Gas ausgesetzten Stimmgabel als Schwingkörper versehen, die als Teil eines phasengekoppelten elektromagnetischen Schwingungssystems einerseits in einer ihrer Eigenfrequenzen angeregt und andererseits in dieser Eigenfrequenz erfaßt wird. Die Eigenfrequenz ändert sich hierbei mit unterschiedlicher Dichte der Gase, so daß sich aus der ermittelten Eigenfrequenz die Gasdichte ergibt. Auf die Enden der beiden frei im Gas schwingenden Gabelzinken der Stimmgabel ist jeweils ein axial zu den Gabelzinken verlaufendes und nach beiden Seiten offenes dünnwandiges Rohr mit geschlossenem Rohrmantel aufgesetzt. Durch die gewölbte Außenfläche dieser Rohre werden beim Schwingen scharfe Strömungsumlenkungen und damit Turbulenzen an den Enden der Gabelzinken vermieden und die in die beiden Rohre eingeströmte Gasmasse wird zum Mitschwingen gebracht, wodurch die Meßempfindlichkeit erheblich erhöht wird. Die Rohre besitzen eine hohe Steifigkeit, so daß sie dünnwandig und damit massearm ausgebildet werden können.

EP 0 102 490 A1

./...



- 7 -
Dichtemesser für Gase

Die Erfindung bezieht sich auf einen Dichtemesser für Gase mit einer dem Gas ausgesetzten Stimmgabel als Schwingkörper, die als Teil eines phasengekoppelten elektromagnetischen Schwingungssystems einerseits in einer ihrer
5 Eigenfrequenzen angeregt und andererseits in dieser Eigenfrequenz, die sich mit unterschiedlicher Dichte der Gase ändert, erfaßt wird, wobei die beiden Enden der Stimmgabelzinken einen die Oberfläche vergrößernden und dadurch die Wechselwirkung der Massenkkräfte erhöhenden Prallkörper
10 tragen. Durch einen solchen Prallkörper wird das von der schwingenden Stimmgabel in Bewegung gesetzte Gasvolumen vergrößert, so daß die Meßwertauflösung verbessert wird.

Ein solcher Dichtemesser ist aus der DE-OS 15 98 155 bekannt, bei dem als Prallkörper eine kreiszylindrische
15 Halbschale an jedem Ende der Gabelzinken der Stimmgabel vorgesehen ist. Diese kreiszylindrischen Halbschalen haben jedoch je nach Schwingungsrichtung unterschiedliche Strömungswiderstandsbeiwerte c_w , und zwar ist der Widerstandsbeiwert bei der Anströmung der konkaven Seite etwa
20 4 mal so groß als bei der Anströmung der konvexen Seite der Halbschalen. Dies hat zur Folge, daß sich zwar ein periodischer aber nicht mehr harmonischer Schwingungsverlauf ergibt. Daraus resultieren Schwierigkeiten bei der Abstimmung des elektrischen Teiles des phasenge-
25 koppelten Schwingkreises, da die Zeiten für die Gabelzinkenschwingung von einem Maximalwert zum anderen in der einen Bewegungsrichtung von den Zeiten für die Gabelzinkenschwingung in der anderen Bewegungsrichtung differieren.

30 Abgesehen hiervon entstehen bei Verwendung der bekannten, an den Enden der Gabelzinken der Stimmgabel sitzenden Halbschalen durch die Umströmung der Schalenränder Turbulenzen, die eine Dämpfung des Systems und dadurch einen erhöhten

Energieverbrauch verursachen. Dadurch wird die Meßempfindlichkeit der Stimmgabel nachteilig beeinflusst.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Dichtemesser mit Stimmgabel und Prallkörper an den Enden der Gabelzinken so auszubilden, daß sich eine noch höhere Meßempfindlichkeit als bei Verwendung der bekannten Prallkörper ergibt.

Die Lösung dieser Aufgabe wird entsprechend dem kennzeichnenden Merkmal des Anspruchs 1 darin gesehen, daß auf die beiden Enden der Gabelzinken der Stimmgabel jeweils ein axial zu den Gabelzinken verlaufendes und nach beiden Seiten offenes dünnwandiges Rohr mit geschlossenem Rohrmantel aufgesetzt ist.

Durch die Anordnung eines solchen dünnwandigen Rohres an den Enden der Gabelzinken der Stimmgabel tritt beim Schwingen keine scharfe Umlenkung in der Strömung des Meßgases mehr auf, wodurch Turbulenzen, die sonst an den scharfen Rändern der bekannten Prallkörper auftraten, vermieden werden. Dadurch wird eine Verringerung der Abhängigkeit des Meßwertes von der Viskosität des Meßgases und eine Verringerung des Energiebedarfs zur Unterhaltung der Schwingung erzielt. Abgesehen hiervon ist bei dem verwendeten dünnwandigen Rohr der Widerstandsbeiwert in beiden Anströmrichtungen gleich groß, so daß der Schwingungsverlauf jetzt harmonisch verläuft.

Aus der DE-PS 14 98 602 sind zwar an den Enden der Gabelzinken der Stimmgabel vorgesehene ebene Prallplatten bekannt, die bereits in beiden Anströmrichtungen gleiche Widerstandsbeiwerte haben, jedoch besitzen diese ebenen Prallplatten, wenn sie ausreichend steif ausgebildet sind, eine zu große schwingende Masse, wodurch der Meßeffect verkleinert wird. Werden diese ebenen Prallplatten dünner ausgebildet, so führen sie von der Schwingung der Stimmgabel angeregte Eigenschwingungen aus, die der Gabel-

schwingung überlagert sind und die Gabelschwingung durch einen Tilgeeffekt zum Erliegen bringen können.

Das an den Enden der Gabelzinken vorgesehene erfindungsgemäße dünnwandige Rohr dagegen besitzt sowohl gegenüber
5 den bekannten ebenen Prallplatten als auch gegenüber den bekannten Halbschalen eine höhere Steifigkeit, so daß es dünnwandiger und damit masseärmer als die bekannten Prallkörper ausgeführt werden kann.

Dadurch, daß das dünnwandige Rohr beiderseits offen
10 ausgebildet ist, kann das Meßgas das Rohr durchströmen und wird kontinuierlich im Rohr ausgetauscht, so daß das Rohr ständig mit dem jeweils zu messenden Gas gefüllt ist. Hierbei wird die in dem dünnwandigen Rohr befindliche Gasmasse zum Mitschwingen gebracht, so daß
15 ein Mehrfaches des sonst den Meßeffect hervorruhenden Gasvolumens mitschwingt, wodurch die Meßempfindlichkeit, d. h. die Meßwertauflösung um diesen Faktor erhöht wird.

Eine konstruktiv einfache Befestigungsmöglichkeit der beiden dünnwandigen Rohre an den Gabelzinken der Stimm-
20 gabel ergibt sich durch das Merkmal des Anspruchs 2, wonach die dünnwandigen und beidseitig offenen Rohre lediglich mit ihrem Endabschnitt auf die Enden der Gabelzinken aufgeschoben und durch Löten oder dergl. mit den Gabelzinken verbunden zu werden brauchen. Da die Gabelzinken
25 im Querschnitt kleiner sind als der Innenquerschnitt der Rohre, bleibt auch an der Verbindungsstelle noch ein genügend großer Querschnitt für die Gasdurchströmung offen.

Eine weitere zweckmäßige Befestigungsmöglichkeit der
30 Rohre an den Gabelzinken ist Gegenstand des Anspruchs 3, wobei die kreisbogenförmige Ausnehmung eine satte Anlage der Rohrenden an den Gabelzinken ermöglicht. In

/dem
Sonderfällen kann es sich gemäß Merkmal des Anspruchs 4
empfehlen, die beiden Enden der Gabelzinken der Stimmgabel
selbst als dünnwandiges Rohr auszubilden. Eine einfache Ver-
bindung zwischen Rohr und Gabelzinken ist auch durch das
5 Merkmal des Anspruchs 5 gewährleistet, wonach das mit einem
Halteboden versehene dünnwandige Rohr einfach stumpf auf
das Ende der Gabelzinken aufgesetzt und hiermit verlötet
oder verschweißt wird. Damit die Gasströmung in den dünn-
wandigen Rohren aufrechterhalten bleibt, ist hier im Be-
10 reich des Haltebodens eine Ausströmöffnung vorgesehen.

Durch die Beschichtung der dünnwandigen Rohre und der
Gabelzinken mit einem gasresistenten Kunststoff kommen
die Gasmoleküle nicht mehr mit der Metalloberfläche der
schwingenden Teile in Berührung, so daß der sonst bei
15 bestimmten Gasgemischen auftretende Plusfehler vermieden
wird, der durch An- oder Einlagerungen von Gasmolekülen
an der metallischen Oberfläche der Stimmgabel entstehen
konnte. Die Kunststoffschicht hat nämlich eine wesentlich
geringere Affinität zu den Gasmolekülen als die darunter
20 befindliche Metalloberfläche, so ^{daß} solche die schwingende
Masse vergrößernden An- oder Einlagerungen von Gasmole-
külen unterdrückt werden. Der gleiche Effekt läßt sich
auch dadurch erzielen, daß gemäß dem Anspruch 7 die
dünnwandigen Rohre ganz aus einem gasresistenten Kunst-
25 stoff, insbesondere aus Teflon gefertigt sind.

Der Dichtemesser gemäß der Erfindung ist in mehreren Aus-
führungsbeispielen in der Zeichnung dargestellt, und zwar
zeigen:

30 Fig. 1 den Dichtemesser mit Stimmgabel im Längs-
schnitt,

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Dichtemesser
nach Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 eine andere Verbindung zwischen Rohr und
Gabelzinken,

Fig. 4 eine weitere Möglichkeit für diese Verbindung und

Fig. 5 die Ausbildung der Gabelzinkenenden als Rohr.

5 Der in den Fig. 1 und 2 dargestellte Dichtemesser besteht aus dem strichpunktirt angedeuteten Gehäuse 1 mit dem Gehäusedeckel 2, an dem über den Dämpfer 3 schwingungs-
entkoppelt der Gabelträger 4 sitzt. Am Dämpfer 3 ist
außerdem das Umlenkrohr 5 zentrisch gehalten, das auch
10 noch an den kreisbogenförmigen Außenflächen 6 der beiden Erweiterungen 7 des Gabelträgers 4 geführt ist. Das Gas tritt über den Eintritt 8 in das Gehäuse 1 ein, strömt
außerhalb des Umlenkrohres 5 nach unten und dann von
unten in das Umlenkrohr 5. An dem Gabelträger 4 ist als
15 Schwingkörper die Stimmgabel 9 mit ihrem Stimmgabel-
fuß 10 über die Schrauben 11 befestigt. Die Stimmgabel 9 trägt die beiden Stimmgabelzinken 12, die an ihren Enden
13 mit den dünnwandigen Rohren 14 versehen sind. Das
in dem Umlenkrohr 5 aufströmende Gas umströmt und durch-
20 strömt die beiden dünnwandigen Rohre 14 und strömt dann
über die Gabelzinken 12 der Stimmgabel 9 weiter durch das
Innere des Rohres 15 des Dämpfers 3. Von hier aus erfolgt
die Abströmung nach oben zum Auslaß 16.

Die dünnwandigen Rohre 14 und die Gabelzinken 12 der
25 Stimmgabel 9 werden durch Induktionsspulen, die in
den beiden Erweiterungen 7 des Gabelträgers 4 fest
eingebaut sind, zur Schwingung angeregt, wobei die
Frequenz der Schwingungen von der Dichte des Gases ab-
hängig ist. Die jeweiligen, der Dichte des zu bestimmenden
30 Gases entsprechenden Meßwerte für die Anzeige der Frequenz
werden über die Elektroleitungen 17 und die Anschlüsse 18
nach außen übertragen, die auch gleichzeitig die Erreger-
spannung für die Induktionsspulen liefern.

Die in den Fig. 1 und ^{/2} gezeigten beiden dünnwandigen

- und beiderseits offenen Rohre 14 besitzen einen geschlossenen Rohrmantel 19, dessen Endabschnitt 20 auf die Enden 13 der Gabelzinken 12 aufgeschoben ist. Die Rohre 14 sind hierbei soweit nach außen verlagert, daß
- 5 ihr Innenmantelabschnitt 21 an den Kanten des zugehörigen Gabelzinkens 12 anliegt. Durch Verlöten oder Verschweißen dieser Berührungskanten mit dem Innenmantelabschnitt 21 ist die feste Verbindung zwischen Gabelzinken 12 und Rohr 14 hergestellt.
- 10 Bei der in Fig. 3 gezeigten Verbindung zwischen dem auf der einen Seite der Stimmgabelachse 22 liegenden Gabelzinken 12 und dem dünnwandigen Rohr 14 ist das Rohr an dem Verbindungsende mit einem Halteboden 23 versehen und mit diesem Halteboden stumpf auf das Ende 13 des Gabel-
- 15 zinkens 12 aufgesetzt und hiermit verlötet oder verschweißt. Damit das zu bestimmende Gas innen durch das dünnwandige Rohr 14 strömen kann, ist oben am Rohr eine Ausströmöffnung 24 vorgesehen.
- Bei der Verbindung nach der Fig. 4 ist das Ende 13 des
- 20 Gabelzinkens 12 mit einer kreisbogenförmigen Ausnehmung 25 versehen, in die das dünnwandige Rohr 14 mit seinem Endabschnitt 20 passend eingelegt und mit dem Gabelzinken 12 verlötet oder verschweißt ist.
- Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist das Ende 13
- 25 der Gabelzinken 12 der Stimmgabel selbst als dünnwandiges Rohr 14 ausgebildet. Zu diesem Zweck ist in das Ende 13 der im Querschnitt rechteckigen Gabelzinken 12 eine Längsnut 26 eingefräst, die nur eine dünne Außenwandung 27 stehen läßt und durch einen Nutdeckel 28 nach außen verschlossen
- 30 ist. Die Längsnut 26 ist nach unten offen und das Gas kann oben über die Öffnung 29 ausströmen.

Patentansprüche

1. Dichtemesser für Gase mit einer dem Gas aus-
gesetzten Stimmgabel als Schwingkörper, die als Teil
eines phasengekoppelten elektromagnetischen Schwingungs-
systems einerseits in einer ihrer Eigenfrequenzen ange-
5 regt und andererseits in dieser Eigenfrequenz, die sich
mit unterschiedlicher Dichte der Gase ändert, erfaßt wird,
wobei die beiden Enden der Stimmgabelzinken einen die
Oberfläche vergrößernden und dadurch die Wechselwirkung
der Massenkräfte erhöhenden Prallkörper tragen, d a -
10 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß auf die beiden
Enden (13) der Gabelzinken (12) der Stimmgabel (9) je-
weils ein axial zu den Gabelzinken (12) verlaufendes
und nach beiden Seiten offenes dünnwandiges Rohr (14)
mit geschlossenem Rohrmantel (19) aufgesetzt ist.
- 15 2. Dichtemesser nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß das dünnwandige Rohr (14)
mit dem Endabschnitt (20) in axialer Richtung auf die
Enden (13) der im Querschnitt kleineren Gabelzinken
(12) der Stimmgabel (9) aufgeschoben und der an den
20 Gabelzinken (12) anliegende Innenmantelabschnitt (21)
des Rohres (14) mit dem zugehörigen Gabelzinken (12)
durch Schweißen, Löten oder dergl. fest verbunden ist
(Fig. 2).
- 25 3. Dichtemesser nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß die beiden Enden (13) der
Gabelzinken (12) der Stimmgabel (9) mit einer kreis-
bogenförmigen Ausnehmung (25) versehen sind, in die
das dünnwandige runde Rohr (14) mit seinem Endabschnitt
(20) passend eingelegt und mit dem zugehörigen Gabel-
30 zinken durch Schweißen, Löten oder dergleichen fest ver-
bunden ist (Fig. 4).

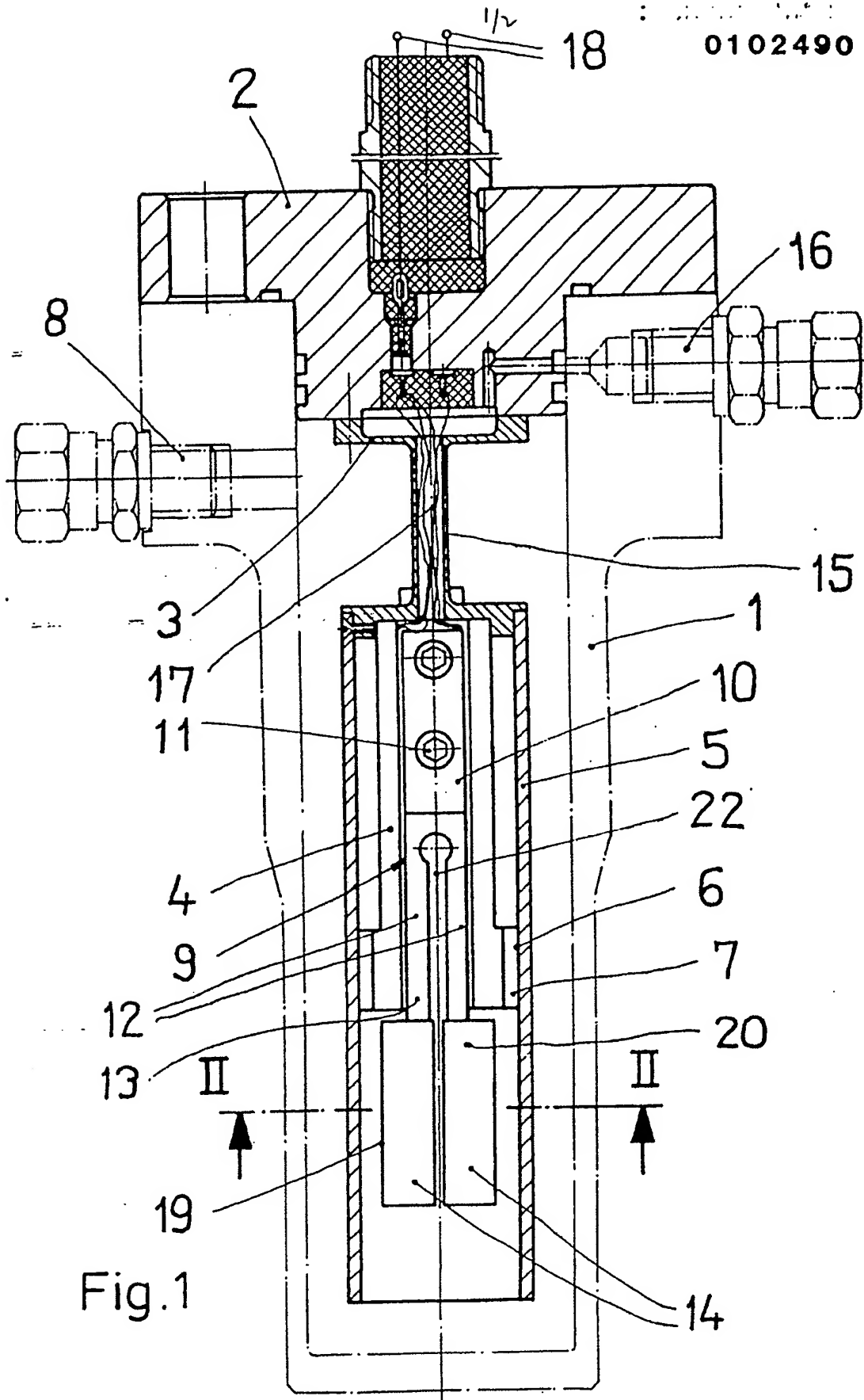
4. Dichtemesser nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß die beiden Enden (13) der
Gabelzinken (12) der Stimmgabel (9) selbst als dünn-
wandiges Rohr (14) ausgebildet sind (Fig. 5).

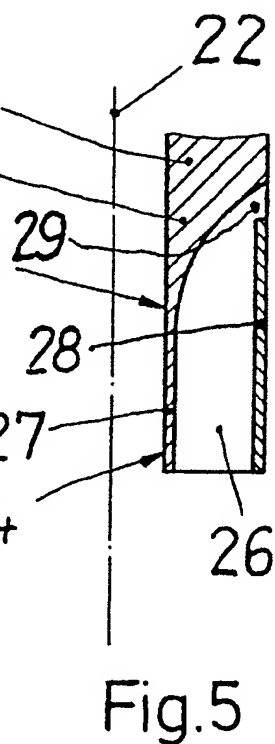
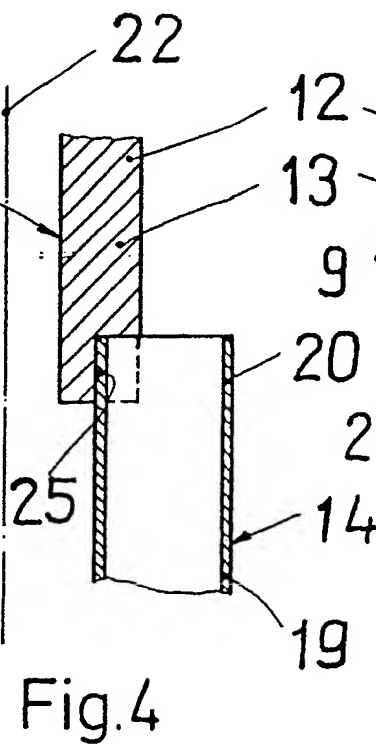
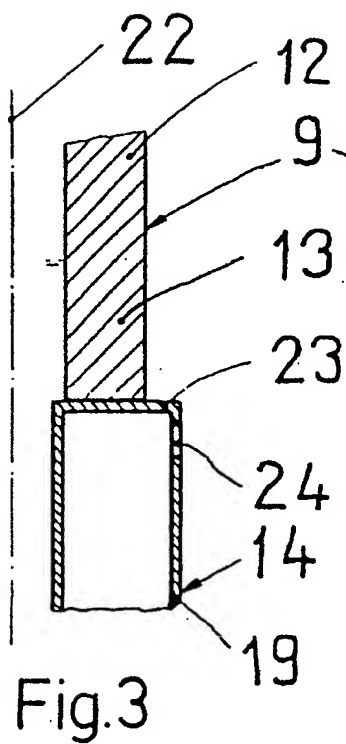
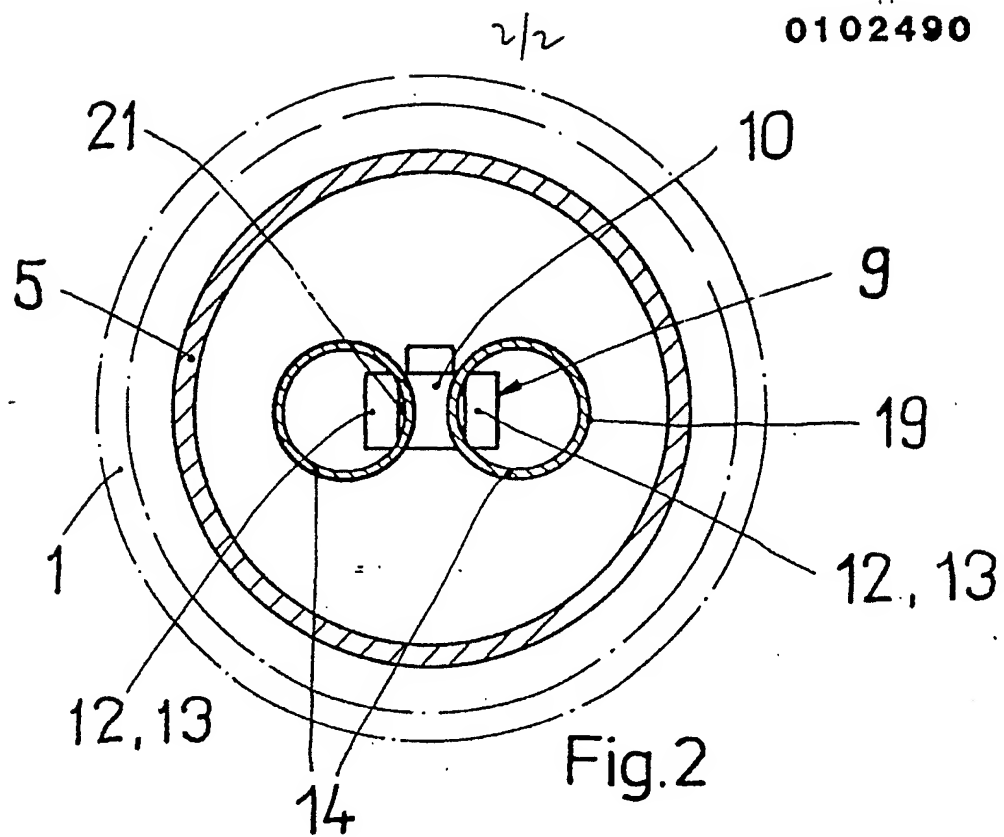
5 5. Dichtemesser nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß das mit einem Halteboden
(23) an dem Verbindungsende versehene dünnwandige Rohr
(14) in axialer Richtung stumpf auf das Ende (13) des
zugehörigen Gabelzinkens (12) aufgesetzt und durch
10 Schweißen, Löten oder dergl. fest hiermit verbunden ist,
wobei das Rohr (14) im Bereich des Haltebodens (23) mit
einer Ausströmöffnung (24) versehen ist (Fig. 3).

6. Dichtemesser nach einem oder mehreren der Ansprüche
1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
15 daß die beiden dünnwandigen Rohre (14) innen und außen
sowie mindestens die mitschwingenden Gabelzinken (12)
der Stimmgabel (9) mit einer dünnen Haut aus einem gas-
resistenten Kunststoff beschichtet sind.

7. Dichtemesser nach einem oder mehreren der Ansprüche
20 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die dünnwandigen Rohre (14) ganz aus einem gas-
resistenten Kunststoff, insbesondere aus Teflon ge-
fertigt sind.

0102490







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0102490

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 6994

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 7)
Y	DE-A-2 555 112 (A. PALMAI et al.) * Anspruch 1; Figur 5 *	1	G 01 N 9/00
Y,D	DE-A-1 598 155 (BASF AG) * Anspruch 1 *	1	
A	US-A-3 420 092 (D. DORSCH)		
A,D	DE-A-1 498 602 (BASF AG)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 7)
			G 01 N 9/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 02-11-1983	Prüfer SCHWARTZ K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			